

# **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**

## **Grado en Ingeniería Química Industrial**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Termodinámica Aplicada y Propiedades de Transporte  
(2020 - 2021)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

<b>Asignatura:</b> Termodinámica Aplicada y Propiedades de Transporte	<b>Código:</b> 339413102
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li> <li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li> <li>- Titulación: <b>Grado en Ingeniería Química Industrial</b></li> <li>- Plan de Estudios: <b>2010 (Publicado en 2011-12-12)</b></li> <li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li> <li>- Itinerario / Intensificación:</li> <li>- Departamento/s: <b>Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica</b></li> <li>- Área/s de conocimiento: <b>Ingeniería Química</b></li> <li>- Curso: <b>3</b></li> <li>- Carácter: <b>Obligatoria</b></li> <li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li> <li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li> <li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li> <li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li> <li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> <li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)</b></li> </ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b> MANUEL FERNANDO ALVAREZ DIAZ
- Grupo: <b>1, PA101, TU101</b>
<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre: <b>MANUEL FERNANDO</b></li> <li>- Apellido: <b>ALVAREZ DIAZ</b></li> <li>- Departamento: <b>Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica</b></li> <li>- Área de conocimiento: <b>Ingeniería Química</b></li> </ul>
<p><b>Contacto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teléfono 1: <b>922 318052</b></li> <li>- Teléfono 2:</li> <li>- Correo electrónico: <b>mfalvare@ull.es</b></li> <li>- Correo alternativo:</li> <li>- Web: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> </ul>
<b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	12:30	14:30	Sección de Química - AN.3F	2
Todo el cuatrimestre		Martes	12:30	14:30	Sección de Química - AN.3F	2
Todo el cuatrimestre		Jueves	12:30	14:30	Sección de Química - AN.3F	2

Observaciones: El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.

#### Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	13:00	15:00	Sección de Química - AN.3F	2
Todo el cuatrimestre		Martes	13:30	15:30	Sección de Química - AN.3F	2
Todo el cuatrimestre		Jueves	13:30	15:30	Sección de Química - AN.3F	2

Observaciones: El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Específica: Química Industrial**  
Perfil profesional: **Ingeniería Química Industrial**

#### 5. Competencias

##### Específicas

**7** - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

**19** - Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformaciones de materia primas y recursos energéticos.

#### Generales

**T4** - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Química Industrial.

**T9** - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

#### Transversales

**O1** - Capacidad de análisis y síntesis.

**O5** - Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.

**O6** - Capacidad de resolución de problemas.

**O7** - Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.

**O8** - Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.

**O9** - Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.

#### Básicas

**CB3** - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

## 6. Contenidos de la asignatura

#### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Profesor: Manuel F. Álvarez Díaz

#### TEMA 1.- PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS DE LOS FLUIDOS PUROS

Comportamiento presión-volumen-temperatura de las sustancias puras. Ecuación del virial. Aplicaciones de la ecuación del virial. Gas ideal. Ecuaciones de estado cúbicas. Correlaciones generalizadas.

#### TEMA 2.- EFECTOS CALORÍFICOS

Conceptos básicos. Efecto de la temperatura sobre el calor de reacción. Efectos caloríficos de reacciones industriales. Procedimientos de estimación.

#### TEMA 3.- PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE LOS FLUIDOS

Relaciones termodinámicas. Propiedades residuales. Sistemas de dos fases. Diagramas y tablas de propiedades termodinámicas. Correlaciones generalizadas.

#### TEMA 4.- TERMODINÁMICA DE LAS DISOLUCIONES I

Relación fundamental entre propiedades. Comportamiento ideal. Propiedades parciales. Fugacidad y coeficiente de fugacidad de sustancia pura. Fugacidad y coeficiente de fugacidad de especie en disolución. Correlaciones generalizadas para el coeficiente de fugacidad. Propiedades en exceso. Coeficiente de actividad.

#### TEMA 5.- TERMODINÁMICA DE LAS DISOLUCIONES II

Propiedades de la fase líquida a partir de datos de ELV. Modelos para la energía de Gibbs en exceso. Cambios de propiedades por mezclado y efectos caloríficos asociados.

**TEMA 6.- EQUILIBRIO LÍQUIDO-VAPOR**

Diagrama de fases. Formulación  $\gamma/\phi$ . Ecuaciones de estado cúbicas. Correlaciones de valor K

**TEMA 7.- EQUILIBRIO QUÍMICO**

Estequiometría y grado de avance. Entalpía estándar de Gibbs y constante de equilibrio. Evaluación de la constante de equilibrio. Relación de constante de equilibrio con la composición. Equilibrio en reacciones múltiples.

**TEMA 8.- TRANSPORTE MOLECULAR**

Tipos y mecanismos de transporte. Transporte molecular, leyes de Newton, Fourier y Fick. Estimación de las propiedades del transporte: viscosidad, conductividad y difusividad.

**Actividades a desarrollar en otro idioma**

- Profesor: Manuel F. Álvarez Díaz

Lecturas y vídeos en lengua inglesa. Uso del simulador de procesos UniSim Design R400

**7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante**

**Descripción**

La asignatura constará de 55 horas presenciales en el aula, 28 de clases teóricas y 27 de clases prácticas de resolución de problemas. En las horas de clases teóricas semanales se expondrán los contenidos de la asignatura y en las correspondientes clases prácticas, se explicarán problemas tipo asociados a cada uno de los distintos temas del programa. Las clases teóricas se simultanearán con las prácticas de aula.

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas o de problemas a grupo completo	28,00	0,00	28,0	[O7], [O6], [O5], [O1], [19], [7]
Clases prácticas en aula a grupo mediano o grupo completo	27,00	0,00	27,0	[CB3], [O8], [O7], [O6], [O5], [O1], [T9], [T4], [19], [7]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	10,00	10,0	[CB3], [O9], [O8], [O7], [O6], [O5], [O1], [T9], [T4], [19], [7]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	41,00	41,0	[O7], [O6], [O5], [19], [7]

Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	20,00	20,0	[O7], [O6], [O5], [T4], [19], [7]
Preparación de exámenes	0,00	15,00	15,0	[T4], [19], [7]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[O8], [O7], [O6], [O5], [O1], [19], [7]
Asistencia a tutorías, presenciales y/o virtuales, a grupo reducido	2,00	0,00	2,0	[O8], [O7], [O6], [O5], [T4], [19], [7]
Actividades virtuales (Búsqueda de información, aula virtual, etc.)	0,00	4,00	4,0	[CB3]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

Smith J M, Van Ness H C, Abbott M M.  
 Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química  
 . 6ª edición. México: McGraw-Hill, 2003. ISBN: 970-10-3647-6  
 Poling B E, Prausnitz JM, O'Connell J P.  
 The Properties of Gases and Liquid  
 . 5ª edición. Boston: McGraw-Hill, 2007. ISBN: 978-0-07-118971-2

### Bibliografía Complementaria

Perry R H, Green D W.  
 Perry's Chemical Engineers' Handbook  
 . 7ª edición, 4ª edición en español. New York: McGraw Hill, 2001. ISBN: 84-481-3008-1  
 Cengel Y A, Boles M A.  
 Termodinámica  
 . 5ª edición. México: McGraw-Hill, 2006. ISBN: 970-10-5611-6  
 Bird R B, Stewart W E, Lightfoot E L. Transport Phenomena. 2ª edición. New York: J. Wiley, 2002. ISBN: 0-471-41077-2

### Otros Recursos

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La Evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (BOC de 19 de enero de 2016), o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación inicial o posteriores modificaciones.

#### -- **EVALUACIÓN CONTINUA** --

La evaluación continua consta de:

- a) "*Actividades académicas dirigidas, AAD*": Tareas, debates a través de foros, glosario de términos y/o conceptos, cuestionarios, actividades off line y on line, etc., así como tutorías en el aula. Asimismo, dentro de estas actividades se incluye lecturas y vídeos en lengua inglesa y el uso del simulador de procesos UniSim Design R400 en aulas de informática. Se valorará la participación activa en las clases. Las actividades se desarrollarán a lo largo del cuatrimestre. La calificación obtenida en las "Actividades académicas dirigidas" representa el 40% de la calificación final y se mantendrá para las tres convocatorias ordinarias.
- b) "*Prueba Objetiva, PO*": Se trata de un examen escrito que incluirá problemas similares a los resueltos en clase junto con un cuestionario de preguntas teóricas cortas. Esta prueba se desarrollará en las tres convocatorias ordinarias y su calificación representa el 60% de la calificación final.

$$\text{Calificación final} = \text{AAD} \times 0,4 + \text{PO} \times 0,6$$

:: Los requisitos mínimos para aprobar la asignatura por evaluación continua, son:

- 1) Haber asistido al menos al 75% de las clases.
- 2) Realizar al menos el 75% de las "Actividades académicas dirigidas, AAD" y obtener una calificación mínima de 6,5 sobre 10.
- 3) Obtener una calificación en la "Prueba Objetiva, PO" de al menos un 4 sobre 10, habiendo trabajado de forma adecuada en más del 50% de las cuestiones planteadas en dicha prueba.

#### -- **EVALUACIÓN ALTERNATIVA** --

El alumnado que no haga la evaluación continua o que no hayan logrado los requisitos mínimos 1) y 2), para aprobar la asignatura deben:

- Obtener al menos un 5 en la calificación de la "Prueba Objetiva, PO", siempre que se haya trabajado de forma adecuada en más del 50% de las cuestiones planteadas en dicha prueba, en cualquiera de las convocatorias oficiales.

#### **NOTAS.-**

N1.- El alumnado que haya logrado los requisitos mínimos 1) y 2) y que no se presente a la "Prueba Objetiva" será calificado con un "No Presentado".

N2.-El alumnado que haya logrado los requisitos mínimos 1) y 2) y que no supere la "Prueba Objetiva", tendrá la calificación obtenida en dicha prueba.

### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
----------------	--------------	-----------	-------------

Pruebas objetivas	[O8], [O7], [O6], [O1], [T4], [19], [7]	Prueba objetiva escrita, que conlleva la resolución de al menos 4 problemas numéricos, pretende evaluar el dominio de los conocimientos prácticos de la materia por parte del alumnado.	48,00 %
Pruebas de respuesta corta	[O8], [O7], [T4], [19], [7]	Por medio de una batería de preguntas cortas montadas en un cuestionario, se pretende evaluar el dominio de los conocimientos teóricos.	12,00 %
Trabajos y proyectos	[O9], [O8], [O7], [O6], [O5], [O1], [T9], [T4], [19], [7]	Con el objetivo principal de evaluar la capacidad de trabajo en equipos, se propone una actividad grupal que pretende ensayar lo que se denomina "Aprendizaje Basado en Problemas". Si por algún motivo no pudiera realizarse esta actividad, se incrementaría el % de ponderación de las "Pruebas de ejecución de tareas reales o simuladas" en un 2,5%.	2,50 %
Pruebas de ejecuciones de tareas reales y/o simuladas	[O8], [O7], [O6], [O5], [O1], [T9], [T4], [19], [7]	El tipo de actividades a realizar en este apartado son muy diversas: Debates (Foros); Glosario; Tareas on line y off line, etc. Se desarrollan a lo largo del curso y suelen ser numerosas.	30,00 %
Tutorías de aula	[CB3], [O9], [O8], [O7], [O6], [O5], [O1], [T9], [T4], [19], [7]	Consisten en la resolución de problemas in situ, usando la hoja Excel y sus herramientas más importantes, "Solver" y "Buscar Objetivos"	2,50 %
Tutorías aula de informática	[O8], [O7], [O6], [O5], [T4], [19], [7]	En estas actividades, que se desarrollan en el aula de informática, el alumno hace uso del simulador de procesos UniSim Design R400.	5,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

1. Los alumnos deben ser capaces de aplicar los procedimientos de cálculo y tener criterio de selección de alternativas, encaminados a la determinación de las propiedades volumétricas de los fluidos puros en función de las características de los sistemas.
2. Debe poder evaluar los efectos térmicos asociados a las operaciones físicas y químicas que se presentan en la industria química, recurriendo a procedimientos estimativos en los casos que no se dispongan de datos suficientes.
3. Los alumnos han de comprender las relaciones entre las propiedades termodinámicas haciendo uso conveniente de ellas para el cálculo de dichas propiedades en función de los datos volumétricos y capacidades caloríficas y ecuaciones de estado. Han de estar familiarizados con los diagramas y tablas en las que se presentan los valores de las propiedades termodinámicas. También y en ausencia de datos experimentales deben saber emplear las correlaciones generalizadas que proporcionan estimaciones adecuadas.
4. Las relaciones fundamentales en los sistemas de composición variable, las propiedades parciales y los conceptos de fugacidad y coeficiente de fugacidad tienen que ser conocidos, así como, el formalismo de las propiedades en exceso y el concepto de coeficiente de actividad.

5. Deben ser capaces de evaluar los coeficientes de fugacidad y aplicar los procedimientos generalizados para su estimación y calcular coeficientes de actividad a partir de los diversos modelos para la energía molar de Gibbs en exceso.

6. Los alumnos deben conocer los criterios de equilibrio entre fases y el de estabilidad de las mismas, así como el manejo de los diagramas de equilibrio entre fases.

7. Han de familiarizarse con los distintos procedimientos de cálculo del equilibrio líquido-vapor y con los criterios para su uso. El procedimiento gamma/phi, para el equilibrio líquido-vapor y para sistemas del tipo soluto-disolvente, el uso de las ecuaciones de estado cúbicas y el empleo de cálculos aproximados para algunos sistemas, deben ser suficientemente conocidos.

8. Los alumnos han de estar en disposición de poder calcular los valores de las constantes de equilibrio y, en ausencia de datos, hacer uso de los distintos métodos de contribuciones de grupos atómicos y estructurales. Para reacciones simples y múltiples debe conocer los procedimientos según las características de los sistemas, para calcular las composiciones de los sistemas reactivos en el equilibrio.

9. Los alumnos deben saber aplicar los métodos de estimación de las propiedades de transporte, viscosidad, conductividad y difusividad.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

La planificación temporal de la programación sólo tiene la intención de establecer unos referentes u orientaciones para presentar la materia atendiendo a unos criterios cronológicos, sin embargo son solamente a título estimativo, de modo que el profesorado puede modificar – si así lo demanda el desarrollo de la materia – dicha planificación temporal.

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Tema 1	Clases teóricas	4.00	4.00	8.00
Semana 2:	Tema 1	Clases prácticas de aula; Tarea Virtual	3.00	5.00	8.00
Semana 3:	Temas 1 y 2	Clases teóricas; Clases prácticas de aula; Tutoría Aula. Cuestionario sobre el Tema 1.	4.00	5.00	9.00
Semana 4:	Tema 2	Clases prácticas de aula; Tarea Virtual. Cuestionario sobre el Tema 2.	3.00	5.00	8.00
Semana 5:	Tema 3	Clases teóricas; Clases prácticas de aula	4.00	4.00	8.00
Semana 6:	Temas 3 y 4	Clases teóricas; Clases prácticas de aula; Tutoría de aula. Cuestionario sobre el Tema 3.	4.00	5.00	9.00

Semana 7:	Tema 4	Clases teórica; Tarea Virtual. Prueba escrita de los Temas 1, 2 y 3.	3.00	5.00	8.00
Semana 8:	Tema 4	Clases prácticas de aula; Tutoría de aula	3.00	4.00	7.00
Semana 9:	Tema 5	Clases teóricas	4.00	4.00	8.00
Semana 10:	Tema 5	Clases teóricas; Clases prácticas de aula; Tutoría de aula Informática	4.00	3.00	7.00
Semana 11:	Tema 6	Clases teóricas; Clases prácticas de aula	4.00	4.00	8.00
Semana 12:	Temas 6 y 7	Clases teóricas; Clases prácticas de aula; Tutoría de aula Informática	4.00	6.00	10.00
Semana 13:	Tema 7	Clases teóricas; Clases prácticas de aula	4.00	4.00	8.00
Semana 14:	Tema 8	Clases teóricas; Trabajo grupal	4.00	8.00	12.00
Semana 15 a 17:	Tema 8; Tutorías; Preparación y evaluación	Clases prácticas de aula; Tarea Virtual; Trabajo grupal. Cuestionario sobre los Temas 4, 5, 6 y 7. Tutorías específicas; Prueba objetiva; Pruebas de respuesta corta y preparación de pruebas	8.00	24.00	32.00
Total			60.00	90.00	150.00